

## DISTANCE MEASURING INSTRUMENT

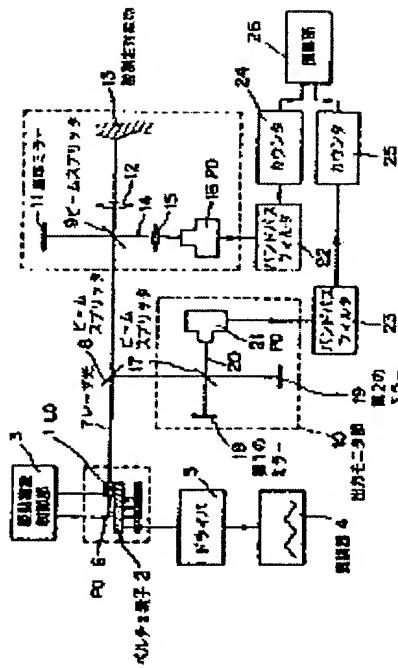
(9)

**Patent number:** JP1219583  
**Publication date:** 1989-09-01  
**Inventor:** OTANI ATSUSHI  
**Applicant:** DAIKIN IND LTD  
**Classification:**  
 - international: G01S17/32  
 - european:  
**Application number:** JP19880044949 19880226  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP1219583

**PURPOSE:** To improve the accuracy of measurement by measuring a distance on an optical heterodyne interference basis by a semiconductor laser whose oscillation frequency is controlled to stabilize the intensity of light.

**CONSTITUTION:** Laser light 7 emitted by a LD 1 has its intensity stabilized by a driving current control part 3, etc., and its frequency varies regularly through a modulator 4 and a Peltier element 2. Here, the laser light 7 is split into two by a beam splitter 9 to irradiate a body 13 to be measured and a reference mirror 11, whose reflected light beams are multiplexed to generate light 14 which has a beat frequency and a phase corresponding to the difference between the distance between the beam splitter 9 and mirror 11 and the distance between the beam splitter 9 and body 13. Light beams which illuminate mirrors 18 and 19 through beam splitters 8 and 17 are reflected and multiplexed to generate light 20 which has a beat frequency and a phase corresponding to the difference between the distance between the beam splitter 8 and mirror 18 and the distance between the beam splitter 8 and mirror 19. Beat quantity data on the light beams 14 and 20 are obtained by counters 24 and 25 and an arithmetic part 26 accurately calculates the distance to the body 13.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

## ⑫ 公開特許公報 (A)

平1-219583

⑤Int.CI.

G 01 S 17/32

識別記号

府内整理番号

6707-5J

⑬公開 平成1年(1989)9月1日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

④発明の名称 距離測定装置

②特 願 昭63-44949

②出 願 昭63(1988)2月26日

⑦発明者 大谷 篤史 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

⑦出願人 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル

⑦代理人 弁理士 津川 友士

## 明細書

## 1. 発明の名称

距離測定装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 半導体レーザから出力されるレーザ光を2分して、一方を測定対象物に照射するとともに、他方を基準ミラーに照射し、測定対象物からの反射光、および基準ミラーからの反射光を干渉させてピート信号を得、ピート信号に基いて距離データを得る距離測定装置において、レーザ光の周波数を制御するための半導体レーザ温度制御手段と、レーザ光の強度を安定化するための半導体レーザ供給電流制御手段とを具備することを特徴とする距離測定装置。

2. 半導体レーザ温度制御手段が、変調信号生成手段と、変調信号を入力とする電気-熱変換手段とを有するものである上記特許請求の範囲第1項記載の距離測定

## 装置。

3. 半導体レーザ供給電流制御手段が、レーザ光源から出力されるレーザ光を受光する受光素子と、受光素子から出力されるレーザ光強度信号を入力として所定の基準値との差に対応する半導体レーザ駆動電流を生成する駆動電流生成手段とを有するものである上記特許請求の範囲第1項記載の距離測定装置。

4. 半導体レーザから出力されるレーザ光の一部を2分して、それぞれ基準ミラーにより反射させ、干渉させることにより補正用のピート信号を生成する補正信号生成手段を有している上記特許請求の範囲第1項から第3項の何れかに記載の距離測定装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

この発明は距離測定装置に関し、さらに詳細にいえば、周波数変調が施されたレーザ光を2本の

レーザビームに分離し、一方を被測定対象物により反射させるとともに、他方を基準ミラーにより反射させ、その後、両レーザビームを干渉することにより、被測定対象物までの距離を測定する距離測定装置に関する。

#### <従来の技術>

従来から被測定対象物までの距離を測定する装置として種々の構成のものが提供されている。具体的には、三角測量の原理を適用したもの、光、超音波等の干渉が距離の差に基いて変化する原理を適用したもの等があるが、測定精度を高めることが要求される用途においては、外部条件の影響等を受けにくいレーザ光を測定光として使用することが好ましい。

上記レーザ光を測定光として使用する距離測定装置として、従来から、第2図に示す原理に基くものが提供されていた。

即ち、変調源(31)により電流源(32)を制御して、半導体レーザ(以下、LDと略称する)(33)への注入電流の制御を行ない、周波数変調が施された

レーザ光(34)を出力する(注入電流を変化させることによりレーザ光を周波数変調させることについては、例えば、C.BEHEIM,K.PRITSCH; ELECTRONICS LETTERS 31ST JANUARY 1985 Vol.21 No.3に記載されている)。このレーザ光(34)はレンズ(35)を通してハーフミラーからなるビームスプリッタ(36)に導かれて、互に直角方向を向く2本のレーザビーム(34a)(34b)に分離され、一方のレーザビーム(34a)がミラー(37)に照射させられるとともに、他方のレーザビーム(34b)がレンズ(38)を通して被測定対象物(39)に照射させられる。そして、上記各レーザビーム(34a)(34b)は、それぞれミラー(37)、被測定対象物(39)により反射させられて、再びビームスプリッタ(36)に導かれ、干渉させられた状態で検出器(40)に導かれる。

上記の構成の距離測定装置であれば、上記ビームスプリッタ(36)からミラー(37)までの距離、および被測定対象物(39)までの距離に対応して、再びビームスプリッタ(36)に導かれ干渉させられた状態のレーザビームが検出器(40)に導かれるので、

両レーザビーム(34a)(34b)の位相差の時間的変化に起因するピートを検出することにより、上記距離の差を検出することができる。

また、上記ミラー(37)までの距離は基準となる所定距離に設定されているのであるから、基準となる所定距離に上記距離の差を加減算することにより、距離をも検出することができる。

#### <発明が解決しようとする課題>

上記距離測定装置においては、LD(33)から出力されるレーザ光の周波数が、注入電流の影響を受けるのみならず、LD(33)の温度の影響をも受けるのであるから、ビームスプリッタ(36)からミラー(37)までの距離、およびビームスプリッタ(36)から被測定対象物(39)までの距離の差に基いて得られるピート信号が、変調信号としての注入電流の変化のみに依存するのではなく、LD(33)の温度の変化にも依存することになってしまい、高精度の距離測定を行なうことができなくなってしまうという問題がある。特に、LD(33)においては、注入電流の変化に依存する周波数変動が過

常数GHZ/mA程度であるのに対して、温度の変化に依存する周波数変動が通常100GHZ/m程度であるから、注入電流を精度よく制御しても、動作状態において雰囲気温度のみならず自己発熱によってもLDの温度がある程度変動することになる。したがって、温度変動に起因してレーザ光の周波数が大巾に変動し、注入電流を変動させることに起因する周波数変動と同程度が、或はそれ以上の周波数変動を生じさせることになるので、余り高精度の距離測定を行なうことのできないことになってしまうのである。

また、上記注入電流の変動のみならず、LD(33)の温度変動をも考慮して、干渉のみに起因するピート信号の周波数、位相を算出することも考えられるが、必要とされる演算が余りにも複雑化してしまうという問題がある。

逆に、LD(33)にペルチェ素子等の電気-熱変換素子を取付けるとともに、LD(33)の温度を検出する感熱素子を取付けることにより、LD(33)の温度を一定に保持することも考えられるが、熱

応答性を余り向上させることができないのであるから、温度制御に必然的に幅が生じ、この幅に起因してかなり大きい周波数変動が生じることになってしまふという問題がある。

さらに、広い範囲にわたって周波数変調を行なう場合、或は、被測定対象物からの反射光量が少ない場合等においては、LD(33)の出力変調成分に対するピート信号の割合が著しく小さくなり、距離測定精度を低下させてしまうことになるという問題もある。

## &lt;発明の目的&gt;

この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、LDに対する周波数変調を、外部条件等に拘わらず高精度に達成し、ひいては被測定対象物までの距離の測定を高精度に行なうことができる距離測定装置を提供することを目的としている。

## &lt;課題を解決するための手段&gt;

上記の目的を達成するための、この発明の距離測定装置は、レーザ光の周波数を制御するための半導体レーザ温度制御手段と、レーザ光の強度を

手段により制御することによりレーザ光周波数を正確に制御し、さらに半導体レーザ供給電流制御手段によりLDに対する注入電流を制御してレーザ光強度を安定化し、高品質のレーザ光を得ることができる。

そして、上記高品質のレーザ光を2分して、一方を測定対象物に照射するとともに、他方を基準ミラーに照射し、測定対象物からの反射光、および基準ミラーからの反射光を干渉させてピート信号を得れば、ピート信号は、半導体レーザ温度制御手段により制御されたレーザ光周波数の影響のみを含む周波数、位相の信号となるので、上記レーザ光周波数の影響のみを排除して得たピート信号に基いて正確な距離データを得ることができる。

また、上記半導体レーザ温度制御手段が、変調信号生成手段と、変調信号を入力とする電気-熱変換手段とを有するものである場合には、変調信号生成手段により所定の変調信号を生成し、電気-熱変換手段により変調信号に対応する熱を発生させることができる。したがって、この熱に対応

安定化するための半導体レーザ供給電流制御手段とを具備するものである。

但し、上記半導体レーザ温度制御手段としては、変調信号生成手段と、変調信号を入力とする電気-熱変換手段とを有するものであることが好ましい。

また、上記半導体レーザ供給電流制御手段としては、レーザ光源から出力されるレーザ光を受光する受光素子と、受光素子から出力されるレーザ光強度信号を入力として所定の基準値との差に対応する半導体レーザ駆動電流を生成する駆動電流生成手段とを有するものであることが好ましい。

さらに、上記半導体レーザから出力されるレーザ光の一部を2分して、それぞれ基準ミラーにより反射させ、干渉させることにより補正用のピート信号を生成する補正信号生成手段を有していることが好ましい。

## &lt;作用&gt;

以上の構成の距離測定装置であれば、周波数変動率が大きいLDの温度を半導体レーザ温度制御

させてLDの温度を制御し、レーザ光周波数を上記変調信号に対応して変化させることができる。

そして、上記半導体レーザ供給電流制御手段が、レーザ光源から出力されるレーザ光を受光する受光素子と、受光素子から出力されるレーザ光強度信号を入力として所定の基準値との差に対応する半導体レーザ駆動電流を生成する駆動電流生成手段とを有するものである場合には、受光素子によりレーザ光を受光してレーザ光強度信号を生成し、このレーザ光強度信号と所定の基準値とに基いて半導体レーザ駆動電流を生成することができ、レーザ光強度を安定化することができる。

さらに、上記半導体レーザから出力されるレーザ光の一部を2分して、それぞれ基準ミラーにより反射させ、干渉させることにより補正用のピート信号を生成する補正信号生成手段を有している場合には、補正用のピート信号を得て本来のピート信号に対する補正を行なうことができるので、LDの温度を制御することによるレーザ光周波数の変化特性の範囲等に起因する誤差を解消させ、

正確な距離測定データを得ることができる。

#### <実施例>

以下、実施例を示す添付図面によって詳細に説明する。

第1図はこの発明の距離測定装置の一実施例を示す概略図である。

測定用のレーザ光を出力する LD(1)を、電気-熱変換素子の一種であるペルチエ素子(2)の所定位に搭載しているとともに、駆動電流制御部(3)により注入電流が供給されるようにしている。そして、上記ペルチエ素子(2)に対しては、変調器(4)により生成された変調信号がドライバ(5)を通して供給され、変調信号に対応する温度変化を LD(1)に与え、温度変化に対応して周波数が変化するレーザ光を出力するようにしている。また、上記 LD(1)は、双方向にレーザ光を出射することができるものであり、一方から出射されるレーザ光を受光するフォトダイオード(以下、PDと略称する)(6)からの出力信号を上記駆動電流制御部(3)に供給することにより、予め設定されている所定の基準

値との差を得、差がなくなるように制御された注入電流を LD(1)に供給するようにしている。

したがって、強度が安定化され、かつ周波数が所定の変調信号に基いて変化させられたレーザ光(7)を出射させることができる。

上記 LD(1)の他方から出力されるレーザ光(7)は、図示しないレンズを通してビームスプリッタ(8)(9)に順次導かれる。そして、ビームスプリッタ(8)においては、一部が直角に反射されて出力モニタ部(10)に照射され、残部がそのまま直進して他のビームスプリッタ(9)に照射される。上記ビームスプリッタ(9)においては、一部が直角に反射されて基準ミラー(11)に照射され、残部がそのまま直進して、レンズ(12)を通して被測定対象物(13)に照射される。

そして、上記基準ミラー(11)により反射された光、および被測定対象物(13)により反射された光は、上記と逆の経路を通って再びビームスプリッタ(9)に導かれ、重畳される。この重畳された光(14)は、レンズ(15)を通して PD(16)に照射され、

上記光(14)に対応するレベル変化を伴なう電気信号に変換される。

また、上記出力モニタ部(10)は、入射光が導かれるビームスプリッタ(17)を有しており、上記入射光の一部が直角に反射されて第1のミラー(18)に照射されるとともに、残部がそのまま直進して第2のミラー(19)に照射される。そして、上記両ミラー(18)(19)により反射された光は、上記と逆の経路を通って再びビームスプリッタ(17)に導かれ、重畳される。この重畳された光(20)は PD(21)に照射され、上記光(20)に対応するレベル変化を伴なう電気信号に変換される。

上記各 PD(16)(21)から出力される電気信号は、それぞれバンドパスフィルタ(22)(23)を通してカウンタ(24)(25)に供給され、両カウンタ(24)(25)から出力されるカウント信号を演算部(26)に供給することにより、距離検出信号を生成するようしている。

上記の構成の距離測定装置の作用は次のとおりである。

変調器(4)からの変調信号がドライバ(5)を通してペルチエ素子(2)に供給されることにより、ペルチエ素子(2)による発熱量を規則的に変化させ、ひいては、LD(1)の発振周波数をも規則的に変化させる。尚、この場合において、LD(1)に与える温度変化としては、かなり小さい温度変化であってもよく、LD(1)が100GHz/°C程度の発振周波数変調特性を有しているのであるから、十分に周波数変調が施されたレーザ光(7)を出力することができる。そして、上記 LD(1)は、双方向にレーザ光を出射することができる構成であるから、一方から出射されるレーザ光を PD(6)により受光させて、レーザ光強度信号を生成する。このレーザ光強度信号は駆動電流制御部(3)に供給され、予め設定されている所定の基準値との差が得られるので、差がなくなるように制御された注入電流を LD(1)に供給し、レーザ光強度を安定化することができる。但し、注入電流を変化させることによっても LD(1)の発振周波数が変化するのであるが、温度に起因する発振周波数変化と比較して著しく

小さいのであるから、周波数変化に及ぼす影響は殆ど無視することができる。即ち、LD(1)の他方から出射されるレーザ光(7)は、強度が一定に保持され、かつ周波数のみが規則的に変化することになる。

このレーザ光(7)は、ビームスプリッタ(8)により2分された後、直進成分がビームスプリッタ(9)によりさらに2分され、直角反射成分が基準ミラー(11)に照射されるとともに、直進成分がレンズ(12)を通して被測定対象物(13)に照射される。そして、上記各照射光は、それぞれ反射されることにより、同一経路を通りて再びビームスプリッタ(9)に導かれ、重畳されることにより、ビームスプリッタ(9)と基準ミラー(11)との距離、およびビームスプリッタ(9)と被測定対象物(13)との距離の差に対応するピート周波数、位相を有する光(14)が生成される。尚、上記光(14)には、レーザ光強度変化に起因する成分が全く含まれていないことになる。

したがって、この光(14)を、レンズ(15)を通して

てPD(18)により受光して、ピート成分に対応するレベル変化を伴なう電気信号を生成することができ、バンドパスフィルタ(22)によりピート成分を中心とする周波数成分のみを有する信号に変換し、カウンタ(24)により単位時間当たりのピート数に対応するカウントデータを得ることができる。

他方、上記ビームスプリッタ(9)により直角に反射された光は、ビームスプリッタ(17)に導かれ、光の一部が直角に反射されて第1のミラー(18)に照射されるとともに、残部がそのまま直進して第2のミラー(19)に照射される。そして、上記各照射光は、それぞれ反射されることにより、同一経路を通りて再びビームスプリッタ(17)に導かれ、重畳されることにより、ビームスプリッタ(8)と第1のミラー(18)との距離、およびビームスプリッタ(9)と第2のミラー(19)との距離の差に対応するピート周波数、位相を有する光(20)が生成される。尚、上記光(20)には、レーザ光強度変化に起因する成分が全く含まれていないことになる。

したがって、この光(20)をPD(21)により受光

して、ピート成分に対応するレベル変化を伴なう電気信号を生成することができ、バンドパスフィルタ(23)によりピート成分を中心とする周波数成分のみを有する信号に変換し、カウンタ(25)により単位時間当たりのピート数に対応するカウントデータを得ることができる。

そして、上記カウンタ(24)により得られたカウントデータ、および上記カウンタ(25)により得られたカウントデータが共に演算部(26)に供給されることにより、両者の共通成分を排除し、注入電流に基く周波数制御を行なった場合と比較して不正確になっている温度に基く周波数制御の起因する誤差を補正して、被測定対象物(13)までの距離を正確に算出することができる。さらに詳細に説明すると、上記カウンタ(24)においては、ビームスプリッタ(9)による干渉系の光路差の比に対応するカウントデータが得られ、他方、カウンタ(25)においては、ビームスプリッタ(8)による干渉系の光路差の比に対応するカウントデータが得られるのであるから、上記出力モニタ部(4)における干渉

系の光路差を予め測定しておくことにより、ビームスプリッタ(9)、即ち、信号側における干渉系の光路差を算出することができ、算出された光路差、およびビームスプリッタ(9)から基準ミラー(11)までの距離に基いて被測定対象物(13)までの距離を正確に算出することができる。

以上の説明から明らかなように、上記の距離測定装置は、簡単な光学系、および簡単な信号処理系で構成されており、構成を簡素化することができ、しかも、距離測定精度を高めることができる。

尚、この発明は上記の実施例に限定されるものではなく、例えば、多少の距離測定精度の低下を許容することができる場合に対応させて出力モニタ部(4)を省略することが可能である他、ベルチエ素子以外の電気-熱変換素子を使用することが可能であり、さらに、電気-熱変換素子に供給する変調信号を矩形波、三角波等適宜波形に設定することができるある他、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施すことが可能である。

## &lt;発明の効果&gt;

以上のように第1の発明は、半導体レーザの温度を制御することにより発振周波数を制御し、しかも注入電流を制御することによりレーザ光強度を安定化させ、得られたレーザ光に基いて光ヘテロダイン干渉法に基く距離測定を行なうようにしているので、距離測定精度を著しく高めることができるとともに、光学系の簡素化、および信号処理系の簡素化を達成することができるという特有の効果を奏する。

第2の発明は、変調信号生成手段により所定の変調信号を生成し、電気-熱変換手段により変調信号に対応する熱を発生させるようにしているので、この熱に対応させて半導体レーザの温度を制御し、レーザ光周波数を上記変調信号に対応して変化させることができ、距離測定精度を著しく高めることができる。

第3の発明は、受光素子によりレーザ光を受光してレーザ光強度信号を生成し、このレーザ光強度信号と所定の基準値とに基いて半導体レーザ駆

動電流を生成するようにしているので、レーザ光強度を安定化することができ、距離測定精度を著しく高めることができる。

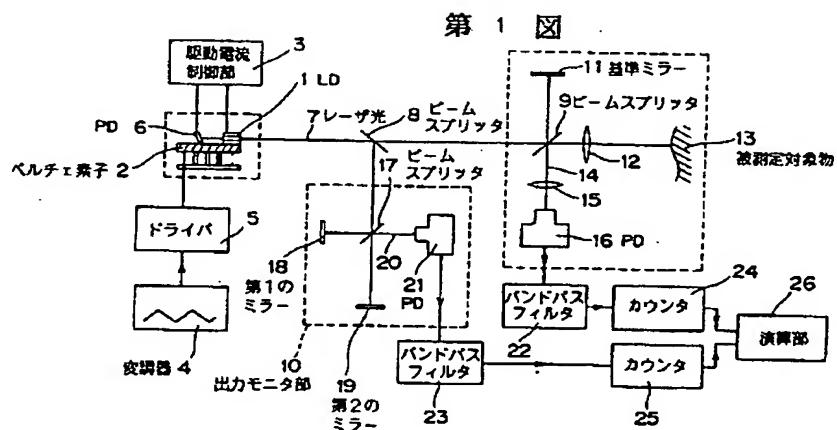
第4の発明は、補正用のビート信号を得て本来のビート信号に対する補正を行なうようにしているので、半導体レーザの温度を制御することによるレーザ光周波数の変化特性の繰り等に起因する誤差を解消させ、距離測定精度を著しく高めることができる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の距離測定装置の一実施例を示す概略図。

第2図は従来例を示す概略図。

- (1)… LD、(2)… ベルチエ素子、
- (3)… 駆動電流制御部、(4)… 変調器、
- (6)(16)(21)… PD、(7)… レーザ光、
- (8)(9)(17)… ピームスプリッタ、(10)… 出力モニタ部、
- (11)… 基準ミラー、(13)… 被測定対象物、
- (18)… 第1のミラー、(19)… 第2のミラー



第1図

